

Общие подходы к оценке приёмной ёмкости морских акваторий для молоди крабоидов (*Decapoda, Lithodidae*), на примере камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815)

Д-р биол. наук Н.П. Ковачева, канд. биол. наук Е.С. Чертопруд – Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГУП «ВНИРО»),
kovatcheva@vniro.ru; horsax@mail.ru

Ключевые слова: камчатский краб; молодь; физическая, продукционная, экологическая и социальная категории приёмной ёмкости; восстановление водных биологических ресурсов

В представленной статье, на основании анализа литературной базы данных, описаны основные принципы формирования концепции приёмной ёмкости. Охарактеризованы общие методические подходы к определению приёмной ёмкости морских акваторий для крабоидов (*Decapoda, Lithodidae*). Выявлены базовые критерии оценки категорий приёмной ёмкости для молоди камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*). Выдвинут тезис, что превышение приёмной ёмкости акваторий может привести, как к необратимым негативным изменениям природных экосистем, так и к гибели культивируемых ракообразных, то есть неоптимальным тратам промышленных мощностей аквакультуры.

Постановка проблемы

За последние полвека аквакультура получила существенное развитие во всем мире, но, прежде всего, в странах Юго-Восточной Азии и признается экспертами одним из наиболее быстро растущих секторов мировой экономики. В России до настоящего времени аквакультура развивалась неоправданно медленно. Однако в последнем десятилетии стали вновь возлагаться большие надежды на это направление рыбохозяйственной деятельности, так как его развитие должно способствовать росту отрасли, а также потреблению рыбной продукции в прибрежных и центральных районах.

Дальнему Востоку в России отводится особая роль в развитии, как промышленной марикультуры, так и искусственного воспроизводства ряда промысловых видов, с целью поддержания природных популяций. В регионе существуют благоприятные условия и реальная база для культивирования морских водорослей, беспозвоночных (двустворчатые моллюски, трепанги, ракообразные) и рыб (лососей) [2; 3; 11; 12]. На настоящий момент имеется целый ряд объективных причин для развития искусственного воспроизводства промысловых ракообразных, в частности камчатского краба. Природные популяции вида находятся под сильным промысловым прессом, и для их восстановления разрабатываются методы получения жизнестойкой молоди в искусственных условиях [6; 29]. Разработаны: биотехнические нормативы, рекомендации по содержанию и кормлению личинок и молоди вида в заводских условиях, основные элементы, составляющие технологического цикла для прибрежных комплексов [1; 6; 7; 8; 9; 10; 29]. Поддержание и восстановление природных популяций ценных промысловых крабов и крабоидов путем искусственного воспроизводства видов не вызывает сомнения. Однако для дальнейшего развития искусственного воспроизводства, необходимо проведение поиска потенциально пригодных для выпуска и развития молоди биотопов и оценка допустимой экологической ёмкости аквато-



Рис. 1. Бухта Дальнезеленецкая (Баренцево море) и залив «Восток» (Японское море) – приёмные ёмкости для выпуска молоди камчатского краба (2011, 2012 гг., ФГУП «ВНИРО», ИБМ ДВО РАН)

рии. Закономерно возникает вопрос: какое количество молоди вида можно успешно вселить в природные экосистемы, и как это зависит от гидрологии, типа донного сообщества и антропогенной нагрузки на выбранную акваторию? В связи с этим, концепция искусственного воспроизводства должна включать не только комплекс биотехнических мероприятий, направленных на получение молоди промысловых видов крабов, но и блок исследований по оценке приёмной ёмкости акваторий, в которые планируется выпускать гидробионтов.

Приёмную ёмкость в аквакультуре характеризуют, как потенциальную максимальную продукцию вида или популяции, которая может поддерживаться в выбранной экосистеме, в соответствии с доступными ресурсами [30]. Оценка допустимых дополнительных нагрузок на акватории позволяет определить возможные объёмы культивирования гидробионтов, что необходимо для устойчивого развития марикультуры, а также анализа её влияния на природную среду.

Расчеты приёмной ёмкости аквакультурных районов России для промысловых беспозвоночных, а также данные по определению характера влияния молоди вселяемых гидробионтов на прибрежные экосистемы немногочисленны и касаются в основном различных видов двусторчатых моллюсков [2; 3] и детритоядных голотурий (например, *Stichopus japonicus*) [3; 45]. Предварительную оценку объёмов приёмной ёмкости для десятиногих ракообразных проводили только для крабов *Callinectes sapidus* (сем. Portunidae) в Чесапикском зал. [35; 44] и *Eriocheir japonicus* (сем. Varunidae) в бассейне р. Янцзы [41]. При этом анализ аспектов приёмной ёмкости, представленный в этих работах, не является комплексным и включает значительное число методических допущений, влияние которых на итог исследования может оказаться значительным. В настоящее время материалы по оценке приёмной ёмкости акваторий для десятиногих ракообразных фрагментарны и не составляют цельную методическую схему, что определяется необходимостью проведения таких работ в аквакультуре.

В представленной работе проведен анализ литературных данных по методам оценки приёмной ёмкости морских акваторий для десятиногих ракообразных на примере крабоидов (Decapoda, Lithodidae). Параллельно предпринята попытка выявить конкретные критерии оценки приёмной ёмкости для ювенильных стадий камчатского краба (*Paralithodes camchaticus*). С одной стороны, эта работа может стать руководством по определению приёмной ёмкости для десятиногих ракообразных. С другой стороны, она характеризует проблему оценки приёмной ёмкости в целом, и позволяет внести ряд общих предложений по совершенствованию принципиальных подходов в данной области.

Формирование концепции приёмной ёмкости и подходы к её определению

Одним из наиболее широко применяемых в мире гибких подходов к промышленной эксплуатации шельфа, является стратегия комплексного управления прибрежной зоной (*Integrated Coastal Zone Management*) [26; 34]. В ходе развития этого направления сформировалась концепция приёмной ёмкости для аквакультуры, предусматривающая определение верхних пределов продукции гидробионтов, а также учитывающая экологическое влияние и социальную приемлемость вселения в природные сообщества тех или иных ценных видов [18; 25; 30; 32]. Данная концепция полностью применима для промысловых ракообразных, и может служить эффективным инструментом при управлении искусственным воспроизводством и марикультурой видов. Основной её целью является разработка базовых методов определения оптимальной численности культивируемых видов в природных сообществах и

объёмов пространства, в которых аквакультуру возможно поддерживать в течение длительного периода [14].

В контексте корректной оценки возможности природных экосистем обеспечить функционирование искусственно создаваемых скоплений гидробионтов, понятие приёмной ёмкости водоемов широко применяется для обозначения максимальной биомассы популяций, которая может постоянно поддерживаться в соответствующих условиях при определенном наборе доступных ресурсов. Оценка приёмной ёмкости является не только обоснованием для определения производственных мощностей аквакультурных хозяйств, но и характеризует устойчивость и возможности к восстановлению экосистем, в которых осуществляется хозяйственная деятельность [15; 18].

Для аквакультуры десятиногих ракообразных, а также ряда других групп промысловых беспозвоночных, важны четыре категории приёмной ёмкости – физическая, продукционная, экологическая и социальная [28; 30]. Общие подходы к оценке этих четырех аспектов приёмной ёмкости представлены ниже.

1. *Физическая ёмкость* аквакультурной зоны водоема – это часть его акватории, соответствующая требованиям технологий культивирования для выбранного промыслового вида. Физическая ёмкость зависит от совпадения гидрологических, гидродинамических, гидрохимических и других (глубина, освещенность и типы субстратов) характеристик акватории с потребностями культивируемых гидробионтов. При этом физическая ёмкость не содержит информации о запасе культивируемых организмов, единицей её измерения являются m^2 . Оценка физической ёмкости необходима при определении пространства в экосистеме, где можно осуществлять аквакультурную деятельность, но не является единственной основой для определения максимальных объёмов культивирования в водоеме [28; 30].

2. *Продукционная ёмкость* характеризует предельную продукцию культивируемого вида и обычно рассматривается в масштабе конкретных производственных комплексов. Оценка биомассы, рассчитанной через продукционную ёмкость, может быть применена только в случае уже ограниченного пространства культивирования внутри водоема, так как общая биомасса продукции водоема всегда превышает его продукционную ёмкость. Расчеты продукционной приёмной ёмкости участков аквакультуры проводят путем оценки объёмов доступной для гидробионтов пищи. Единицей измерения продукционной ёмкости является количество особей, способных прокормиться, на m^2 .

3. *Экологическая ёмкость* – величина продукции аквакультуры, которая может поддерживаться в системе, без значительных изменений в экологических процессах, приводящих к смене видов, популяций или сообществ. Экологическая ёмкость, в том числе, учитывает пресс хищников на объекты культивирования. Определение и расчет экологической ёмкости – процесс не всегда однозначный. Например, аквакультура моллюсков может воздействовать на систему и как потребитель (например, фитопланктон) и, как продуцент, возвращая в оборот, для повторного использования, питательные вещества и детрит [27]. Совместное проявление позитивных и негативных воздействий указывает на то, что экосистемы разнонаправлено реагируют на аквакультурную деятельность. К определению экологической ёмкости необходимо подходить весьма аккуратно, так как причины изменений в экосистемах могут быть связаны не только с аквакультурными хозяйствами, но и другими, сопутствующими видами деятельности. Возможны расчеты экологической ёмкости на основе моделирования [16]. В качестве единиц измерения экологической ёмкости применяется плотность особей на m^2 , при условии отсутствия негативных воздействий на сообщество.

4. Социальная ёмкость оценивается после объективного анализа всех предшествующих категорий, и соответствует уровню аквакультуры в регионе, при котором не возникают неблагоприятные социальные последствия. Ограничения в рамках этой категории связаны, в первую очередь, с антропогенным фактором. Социальная ёмкость зависит и от того, является ли задачей сохранить естественный состав и структуру природных сообществ или создать морской «огород» с преобладанием наиболее ценных промысловых видов. Деградация или неблагоприятные изменения в экосистемах, где осуществляется аквакультурная деятельность, могут препятствовать общественным целям. Кроме того, хозяйственное использование вод акваторий другими отраслями промышленности часто приводит к формированию условий, в которых эффективная деятельность аквакультурных хозяйств становится невозможной. Единицей измерения социальной ёмкости являются м², включающие площадь акваторий на которой возможно развитие мариккультуры.

Существуют предпосылки для обоснования введения дополнительно категории экономической ёмкости, под которой подразумевается количество добровольных инвесторов проектов аквакультуры и стоимостная оценка, как экосистемных услуг, так и произведенной продукции в экосистеме.

Принципы оценки категорий приёмной ёмкости для крабоидов

В природные акватории, с целью пополнения и восстановления природных запасов гидробионтов, выпускают искусственно полученную молодь промысловых крабоидов на ранних ювенильных стадиях, когда размер особи составляет не более 4-5 мм [5; 6]. В дальнейшем взрослые особи в поисках пищи и для размножения активно мигрируют из локусов, в которых произошел их выпуск в естественную среду, и прошло ювенильное развитие. Кроме того, молодь ракообразных наиболее чувствительна к вариациям абиотических и биотических факторов среды [44]. В связи с этим, при расчете категорий приёмной ёмкости необходимо, в первую очередь, ориентироваться на потребности ювенильных особей.

1. *Оценку физической ёмкости* акватории для крабоидов выполняют с учетом следующих факторов среды: температуры и солености воды, течения, типов субстратов (включая макрофиты) и глубины. Ювенильные особи промысловых крабоидов ведут бентосный образ жизни, поэтому для них наиболее важны характеристики субстратов и придонных водных масс. В свою очередь, воздействия факторов, затрагивающих только поверхностные водные слои, имеют опосредованное значение. Общие принципы поэтапной оценки физической представлены ниже.

Этап 1. Первичным является определение глубин выпуска молоди вида, с учетом температурного и соленостного факторов. Затем следует расчет примерной площади оптимального глубинного среза. Если рассматриваемый участок дна акватории несет заросли макрофитов, то необходимо использовать дополнительный поправочный коэффициент, учитывающий увеличение площади за счет поверхностей их талломов.



Рис. 2. Молодь камчатского краба на донном субстрате (Японское море)

Критические значения температуры и солености определяют отдельно для каждого из промысловых видов.

Этап 2. На оптимальном глубинном срезе проводят анализ характера и интенсивности придонных течений, включая течения, вызванные приливно-отливными циклами. Участки дна, подверженные сильной волновой турбуленции и течениям, исключают из определенной ранее площади оптимального глубинного среза. Критические значения волновой турбуленции и скорости течений определяют индивидуально для различных промысловых видов.

Этап 3. На оставшейся, после исключения участков с сильным течением, площади оптимального глубинного среза производят картирование различных биотопов. Выделение биотопов проводят по типу грунта, а также по фитоценозам макрофитов [41]. После картирования следует исключить, как непригодные для аквакультуры, участки с илистым дном и однородные песчаные участки [24]. Развитие молоди большинства видов промысловых ракообразных проходит на относительно крупнокаменистых грунтах и среди зарослей бурых и красных водорослей [24; 31; 41]. Уточнение типа, пригодного для развития ювенильных стадий, биотопа следует проводить индивидуально для различных промысловых видов.

Таким образом, площадь оптимального глубинного среза, из которой исключены участки с сильной волновой турбуленцией и течениями, а также неблагоприятными биотопами для развития молоди, составляет физическую ёмкость акватории для молоди крабоидов.

2. *Оценку продукционной ёмкости* акватории для ювенильных стадий крабоидов выполняют путём учета биомассы основных пищевых объектов: мейобентоса, а также мелких организмов макрозообентоса (в особенности червей и моллюсков) на доступной для обитания молоди территории [35]. Параллельно можно производить учет биомассы второстепенных трофических ресурсов: животного и растительного перифитона, органи-

Таблица 1. Критерии оценки физической ёмкости акваторий для молоди камчатского краба

Показатель	Значение
Температура воды в летний период	8-15 °С
Соленость	30 ‰
Глубина	2-20 м (с учётом максимального отлива)
Характер береговой линии	Залив или бухта
Характер проточности	Сильные подводные течения и крупные эстуарии отсутствуют
Тип грунта	Крупные камни и валуны. Крупные песчаные или илистые участки дна отсутствуют.
Состав макрофитов	Красные водоросли: <i>Polysiphonia</i> , <i>Ptilota</i> , <i>Rhodymenia</i> u <i>Ahnfeltia</i> ; Бурые водоросли: <i>Desmarestia</i> u <i>Laminaria</i>

ческого детрита. Для конкретных промысловых видов список пищевых объектов нуждается в уточнении. Методика оценки продукционной ёмкости включает три этапа.

Этап 1. Определение динамики объема и калорийности рациона молоди ракообразных в онтогенезе при кормлении различными типами природных кормов. Данный этап целесообразно проводить в лабораторных условиях.

Этап 2. Сбор количественных проб мейо-, макробентоса и перифитона, оценка доли детрита, в доступных для обитания молоди биотопах. Расчет запасов трофических ресурсов с учетом степени и скорости их восполнения.

Этап 3. Сопоставление объема рациона молоди с объемами кормовой базы. Итоговое определение численности популяции ракообразных, способной прокормиться на данной территории.

Ювенильные особи крабоидов являются консументами первого и второго порядков в трофической пирамиде морской экосистемы [40].

Они одни из основных потребителей вторичной продукции веслоногих ракообразных, нематод и ряда других групп мейобентоса, а также одни из второстепенных потребителей первичной продукции микроводорослей из перифитона. В связи с тем, что молодь ракообразных занимает уровень вблизи основания трофической пирамиды, дефицит трофических ресурсов на ней сказывается не так значительно, как пресс хищников из разнообразных таксономических групп и размерных классов [22; 35; 40]. Таким образом, продукционная ёмкость, хотя и является важной для аквакультуры, не лимитирует максимально возможное обилие крабоидов так значительно, как экологическая ёмкость акватории.



3. Оценка экологической ёмкости акватории для крабоидов, в первую очередь, характеризует пресс выедания молоди хищниками. Влияние вселенных ювенильных стадий ракообразных на сообщество морской акватории практически никогда не превышает естественные вариации системы в целом [36]. Методика оценки экологической ёмкости включает четыре основных этапа.

Этап 1. Определение видового спектра и численности потенциальных хищников (рыбы, крупные беспозвоночные) для молоди ракообразных. Оценка объема и состава их рационов, по возможности, на базе литературных данных.

Этап 2. Анализ типов и количества укрытий для молоди крабоидов на примере типовых полигонов в каждом из заселенных молодью биотопов. Введение, на основании проведенного анализа, поправочных коэффициентов снижающих урон, наносимый хищниками.

Этап 3. Расчет примерной доли молоди в рационе хищников, с учетом поправочных коэффициентов, основанных на наличии естественных укрытий.

Этап 4. Определение численности молоди крабоидов, способной выжить на выбранном для культивирования участке.

Характеристика экологической ёмкости акватории является очень трудоемким процессом. Многие факторы, влияющие на выживаемость молоди могут быть недооценены или вообще не учтены. Например, роль конкурентных взаимоотношений в природных сообществах часто достоверно не доказана, несмотря на свое очевидное существование и влияние на популяции [36]. Даже сложные математические модели, характеризующие экологическую ёмкость акватории по отношению к ракообразным, часто имеют крайне широкий диапазон условных допущений, по отношению к биотическим факторам среды.

4. Принципы оценки социальной ёмкости для крабоидов и других групп промысловых беспозвоночных сходны. При определении допустимого уровня развития аквакультуры принимают во внимание интересы нескольких социальных групп. В частности, учитывают интересы рыболовства, защитников окружающей среды, промышленников, научных кругов, собственников земли, политиков и ряда других групп населения. В результате представители разных слоев общества приходят к соглашению об уровне аквакультуры, который не ограничивает деятельность и не препятствует достижению собственных целей социальных групп населения [16]. Площади акваторий, на которых разрешено и является перспективным развитие аквакультуры в том или ином регионе, соответствуют её социальной ёмкости [17; 19; 20]. Аналитические методы для определения социальной ёмкости только развиваются, но очевидно, что в данном случае важны экономические показатели [27].

Причинно-следственная взаимосвязь между четырьмя основными компонентами приёмной ёмкости и регулируемыми их параметрами среды для крабоидов отражена на рис. 4.

Общие критерии оценки приёмной ёмкости для молоди камчатского краба

При оценке физической ёмкости для молоди камчатского краба, оптимальными признаны следующие гидрохимические, гидрологические и гидробиологические характеристики морских акваторий (табл. 1).

По отношению к характеристикам донных биотопов, молодь камчатского краба, имеющая положительный тигмотаксис, обычно предпочитает субстраты со сложной структурой, такие, как скалы и валуны, поросшие перифитоном, а также макрофиты и их опад [13; 23; 37; 38; 39]. Выбор данных мест обитания является поведенческим механизмом, помогающим ракообразным, с одной стороны, найти богатую кормовую базу, а, с другой стороны, избежать хищников [21; 38].

В ходе оценки *продукционной ёмкости* для молоди камчатского краба оптимальными признаны следующие средние характеристики трофической базы:

1. Биомасса пищевых объектов около 0,5-1 мг на см² [21];
2. Разнообразие пищевых объектов не менее 5-10 видов на см², что соответствует фоновому донных сообществ [4].

Критерии оценки *экологической ёмкости* акватории для краба связаны с оценкой элиминации молоди вследствие хищничества, и включают три пункта. Оптимальными приняты следующие характеристики пресса выедания на молодь.

1. Спектр пищевых объектов основных хищников разнообразен (молодь вида составляет в нем не более 5-10% от общего объема). Отсутствуют представители, специализирующиеся на питании именно ювенильными стадиями крабоидов.

2. Численность особей хищника (бентосоядные рыбы) не высока (не более 3-4 на м²). В ряде случаев можно специально оградить сеткой от иктофауны участки с молодь ракообразных.

3. Донные субстраты имеют сложно структурированную поверхность, и количество укрытий для молоди ракообразных не лимитировано.

В таком случае, рыбы выедают не более 30% от всей, выпущенной в природные биотопы, молоди [4].

Проводя оценку *социальной ёмкости* акватории для молоди камчатского краба, следует придерживаться двух базовых критериев. Во-первых, акватория не является зоной сброса стоков крупных промышленных предприятий, в том числе рыбохозяйственной отрасли, а также зоной проведения нефтеразработок. Во-вторых, для выпуска молоди являются неблагоприятными акватории, активно используемые как зоны отдыха населения.

В том случае, когда район, выбранный для выпуска молоди камчатского краба соответствует всем представленным выше критериям, вероятность успеха искусственного пополнения природной популяции вида стремится к максимальной.

Заключение

Масштабное увеличение производственной деятельности, которое в настоящее время наблюдается в прибрежных зонах, приводит к истощению природных экосистем. Таким образом, одним из главных принципов устойчивого развития аквакультуры является её равновесное взаимодействие с окружающей



Рис. 3. Молодь камчатского краба на искусственном субстрате перед выпуском в бухте Дальнезеленецкой, Баренцево море (ФГУП «ВНИРО», ООО «Дальние Зеленцы», Мурманск)

средой и поиски компромисса между экологической безопасностью и экономической выгодой. Общие принципы оценки приёмной ёмкости морских прибрежных акваторий для молоди крабоидов могут быть применены при выборе мест выпуска молоди промысловых видов, с целью восстановления и поддержания природных популяций. Предварительный анализ приёмной ёмкости акватории позволит проводить выпуск ювенильных стадий с меньшим риском для гидробионтов и большим продукционным возвратом для промысла. При этом важно помнить, что допустимая величина производства продукции аквакультуры в природной экосистеме ниже теоретического максимума примерно на 50% [33]. Существование марикультуры возможно лишь там, где при культивировании организмов нагрузки на акватории не более или ниже значений их приёмной ёмкости [42; 43]. Таким образом, приёмную ёмкость следует рассматривать как вообразимую черту, ограничивающую объемы роста аквакультуры. Пересечение этой черты может привести, как к необратимым изменениям природных экосистем, так и к гибели избытка выпущенных гидробионтов, что приведет к неоптимальным тратам промышленных мощностей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Борисов Р.Р., Кряхова Н.В. Динамика потребления пищи и её связь с личными процессами у личинок и молоди камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) (Decapoda: Lithodidae) // Биология моря. 2014. Т. 40. С 124–130.
2. Гаврилова Г.С. Приёмная ёмкость аквакультурной зоны залива Петра Великого (Японское море). // Автореферат на соискание ученой степени доктора биологических наук. ФГУП «ТИНРО-Центр», Владивосток, 2012. а. 37 с.
3. Гаврилова Г.С. Приёмная ёмкость аквакультурных районов для двустворчатых моллюсков // Материалы Всероссийской научной конференции, посвящённой 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. б. С.563-567.
4. Иванов В.Н., Андреев В.В., Тяпкина Н.В., Рухлов Ф.Н. и др. Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 1999. 260 с.
5. Ковачева Н.П. Биотехнология искусственного воспроизводства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в системе с замкнутым циклом водоснабжения // Сб. материалов международной научно-практической конференции. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2002. Т.3. С. 300-308.
6. Ковачева Н.П., Калинин А.В., Эпельбаум А.Б., Борисов Р.Р., Лебедев Р.О.



Рис. 4. Взаимосвязь между основными компонентами приёмной ёмкости и регулируемыми их параметрами среды для крабоидов

Культивирование камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Часть 1. Особенности раннего онтогенеза. Бионормативы и рекомендации по искусственному воспроизводству. М.: ВНИРО, 2005. 76 с.

7. Ковачева Н.П. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii*. М.: ВНИРО, 2008. 239 с.

8. Ковачева Н.П., Лебедев Р.О., Паршин-Чудин А.В., Загорский И.А., Борисов Р.Р., Кряхова Н.В. Успешный опыт искусственного воспроизводства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* на побережье Баренцева моря // Рыбное хозяйство. 2010. № 4. С. 70-73.

9. Кряхова Н.В. Особенности динамики питания десятиногих ракообразных в раннем онтогенезе // Автореферат на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: ВНИРО, 2013. 23 с.

10. Кряхова Н.В., Загорский И.А., Борисов Р.Р., Печёнкин Д.Б., Ковачева Н.П. Влияние субстратов на рост и развитие глаукохоэ камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* // Материалы докладов 2-й международной научной конференции «Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб». С-Пб: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2013. С. 214-218.

11. Марковцев В.Г., Курмазов А. Состояние марикультуры Приморья и возможности её развития // Журнал "Fishnews - Новости рыболовства" www.fishnews.ru/rubric/krupnyim-planom/8381. 2012. С. 1-5.

12. Масленников С.И. Перспективы развития марикультуры: проблемы и пути их решения // Природа без границ: Материалы I Международного экологического форума. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2006. Ч. 1. С. 261-267.

13. Переладов М.В. Некоторые особенности распределения и поведения камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*), на прибрежных мелководьях Баренцева моря // Донные экосистемы Баренцева моря. Сборник ВНИРО. М.: ВНИРО, 2003. С. 103-119.

14. Brugere C., Hishamunda N. Planning and policy development in aquaculture // FAO Aquaculture Newsletter. 2007. V. 38. P. 17-19.

15. Byron C.J., Costa-Pierce B.A. Carrying capacity tools for use in the implementation of an Ecosystems Approach to aquaculture // [http://seagrant.gso.uri.edu/newsletter/jan.feb1/Byron%20%](http://seagrant.gso.uri.edu/newsletter/jan.feb1/Byron%20%20). 2010.

16. Byron C.J., Bengtson D., Costa-Pierce B., Calanni J. Integrating science into management: ecological carrying capacity of bivalve shellfish aquaculture // Marine Policy. 2014 (in press).

17. Costa-Pierce B.A. Farming system research and extension methods for the development of sustainable aquaculture ecosystems // Costa-Pierce B.A. (ed.) Ecological Aquaculture: The evolution of the Blue Revolution. Blackwell Science, Oxford, UK, 2002. P. 103-124.

18. Cranford P.J., Hargrave B.T., Doucette L.I. Benthic organic enrichment from suspended mussel (*Mytilus edulis*) culture in Prince Edward Island, Canada // Aquaculture. 2009. V. 292. P. 189-196.

19. Dalton T. Beyond biogeography: A framework for involving the public in planning of U.S. Marine Protected Areas // Conservation Biology. 2005. P. 1392-1401.

20. Dalton T. Exploring participants' views of participatory coastal and marine resource management processes // Coastal Management. 2006. V. 34. P. 351-367.

21. Daly B., Swingle J.S., Eckert G.L. Effects of diet, stocking density, and substrate on survival and growth of hatchery-cultured red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) juveniles in Alaska, USA // Aquaculture. 2009. V. 293. P. 68-73.

22. Davis J.L., Young-Williams A.C., Aguilar R., Carswell B.L., Goodison M.R., Hines A.H., Kramer M.A., Zohar Y., Zmora O. Differences between Hatchery-Raised and Wild Blue Crabs: Implications for Stock Enhancement Potential // Transactions of the American Fisheries Society. 2004. V. 133. P. 1-14.

23. Dew B. Characterization of preferred habitat for juvenile red king crab in three Kodiak bays // Final report to the Kodiak Island Borough, National Marine Fisheries Service. Kodiak: Alaska Fisheries Science Center, 1991. 49 pp.

24. Eggleston D.B., Johnson E.G., Kellison G.T., Plaia G.R., Hugett G.T. Pilot

Evaluation of Early Juvenile Blue Crab Stock Enhancement Using a Replicated BACI Design // Reviews in Fisheries Science. 2008. V. 16. P. 91-100.

25. Ferreira J.G., Hawkins A.J.S., Monteiro P. et al. Integrated assessment of ecosystem-scale carrying capacity in shellfish growing areas // Aquaculture. 2008. V. 275. P. 138-151.

26. Forst M.F. The convergence of Integrated Coastal Zone Management and ecosystem approach // Ocean & Coastal Management. 2009. V. 52. P. 294-306.

27. Gibbs M.T. Sustainability performance indicators for suspended bivalve aquaculture activities // Ecological Indicators. 2007. V. 7. P. 94-107.

28. Inglis G.J., Hayden B.J., Ross A.H. An overview of factors affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture. Christchurch: NIWA, 2002. Client Report CHC00/69. 31 pp.

29. Kovatcheva N.P., Epelbaum A.B., Kalinin A.V., Borisov R.R. et al. Early life history stages of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Biology and culture. Moscow: VNIRO, 2006. 116 pp.

30. McKindsey C.W., Thetmeyer H., Landry T., Silvert W. Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management // Aquaculture. 2006. V. 261. P. 451-462.

31. Mizerek T., Regan H.M., Hovel K.A. Seagrass habitat loss and fragmentation influence management strategies for a blue crab *Callinectes sapidus* fishery // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2011. V. 427. P. 247-257.

32. Newell R.I.E. A framework for developing "ecological carrying capacity" mathematical models for bivalve mollusk aquaculture // Bull. Fisheries Research Agency. 2007. V. 19. P. 41-52.

33. Odum E.P. Basic ecology. Saunders College Publishers, Philadelphia, 1983. 613 pp.

34. Olsen S.B. Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives // Ocean & Coastal Management. 2003. V. 46 (3-4). P. 347-361.

35. Seitz R.D., Lipcius R.N., Knick K.E., Seebo M.S., Long W.C., Brylawski B.J., Smith A. Stock Enhancement and Carrying Capacity of Blue Crab Nursery Habitats in Chesapeake Bay // Reviews in Fisheries Sciences. 2008. V. 16. P. 329-337.

36. Shelley C., Lovatelli A. Mud crab aquaculture // FAO fisheries and aquaculture technical paper. 2011. V. 567. P. 1-80.

37. Stevens B.G. Settlement, substratum preference, and survival of red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) glaucothoe on natural substrata in the laboratory // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2003. V. 283. P. 63-78.

38. Stevens B.G., Swiney K.M. Post-settlement effects of habitat type and predator size on cannibalism of glaucothoe and juveniles of red king crab *Paralithodes camtschaticus* // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2005. V. 321. P. 1-11.

39. Sundberg K.A., Clausen D. Post-larval king crab (*Paralithodes camtschaticus*) distribution and abundance in Kachemak Bay and lower Cook Inlet, Alaska // Environmental studies of Kachemak Bay and lower Cook Inlet. Anchorage: Alaska Department of Fish and Game, 1977. V. 5. P. 1-36.

40. Wahle R.A. Revealing stock-recruitment relationships in lobsters and crabs: is experimental ecology the key // Fisheries Research. 2003. V. 65. P. 3-32.

41. Wang H.Z., Wang H.J., Liang X.M., Cui Y.D. Stocking models of Chinese mitten crab (*Eriocheir japonica sinensis*) in Yangtze lakes // Aquaculture. 2006. V. 255. P. 456-465.

42. Wu R.S.S. The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future // Mar. Pollut. Bull. 1995. V. 31. P. 195-196.

43. Yang Y.F., Li C.H., Nie X.P., Tang D.L., Chung I.K. Development of mariculture and its impacts in Chinese coastal waters // Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2004. V. 14. P. 1-10.

44. Zohar Y., Hines A.H., Zmora O., Johnson E.G., Lipcius R.N., Seitz R.D., Eggleston D.B., Place A.R., Schott E.J., Stubblefield J.D., Chung J.S. The Chesapeake Bay Blue Crab (*Callinectes sapidus*): A Multidisciplinary Approach to Responsible Stock Replenishment // Reviews in Fisheries Sciences. 2008. V. 16. P. 24-34.

45. Zhou Y., Yang H.S., Liu S.L. et al. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder *Stichopus japonicus* Selenka (Echinodermata, Holothuroidea) co-cultured in lantern nets // Aquaculture. 2006. № 256 (1-4). P. 510-520.

The general approaches to estimation of the receiver capacity of marine water area for craboids' young (*Decapoda*, *Lithodidae*) on the example of king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815)

Kovacheva N.P., Doctor of Sciences, Chertoprud E.S., PhD - Russian Federal Research Institute of fisheries&Oceanography, kovatcheva@vniro.ru; horsax@mail.ru

In the article, principles of receiving capacity conception are described, based on database analysis. The general methodological approaches to marine receiving capacity assessment for decapods are characterized. Basic criteria for categories of receiving capacity estimation for young king crab (*Paralithodes camchaticus*) are discovered. A thesis was made that a water area receiving capacity exceeding can lead both to ecosystem condition deterioration and cultivating crustacea death that means non-optimal wasting of aquaculture fisheries.

Key words: king crab, young, physical, productional, ecological and social categories of receiver capacity, aquaculture renewal